

PAT-NO: JP406151167A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06151167 A

TITLE: MAGNETIC RESONATOR AND MANUFACTURE THEREOF

PUBN-DATE: May 31, 1994

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SATO, TAKASHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

SONY CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP04292882

APPL-DATE: October 30, 1992

INT-CL (IPC): H01F007/20, H01P001/218, H01P007/00, H01P011/00

US-CL-CURRENT: 29/602.1, 333/219.2

ABSTRACT:

PURPOSE: To reduce a volume of a yoke by forming, with thin film, all structural elements other than the substrate of a magnetic resonance apparatus using a thin film YIG as a resonator and also reduce power consumption by providing a narrow gap of a magnetic yoke.

CONSTITUTION: A GGG substrate 5 and an element 4 formed of thin film YIG are bonded on a substrate (including a dielectric material thin film in the case of a magnetic substrate) 2, 3 and a yoke 1, an excitation coil 6, an insulating film 7 and a protection film 8, etc., are formed by a thin film forming method to complete a magnetic resonance apparatus.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-151167

(43)公開日 平成6年(1994)5月31日

(51)IntCl <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 F 7/20		C		
H 0 1 P 1/218				
7/00		B		
11/00		H		

審査請求 未請求 請求項の数4(全 9 頁)

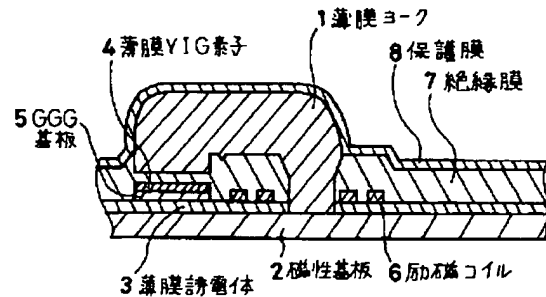
(21)出願番号	特願平4-292882	(71)出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号
(22)出願日	平成4年(1992)10月30日	(72)発明者	佐藤 敬 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		(74)代理人	弁理士 松隈 秀盛

(54)【発明の名称】 磁気共振装置及びその製造方法

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 薄膜YIGを共振体として用いる磁気共振装置の基板以外の構成要素を全て薄膜化してヨークの体積を削減し、磁気ヨークの空隙を狭くして、消費電力を低減する。

【構成】 基板(磁性基板のときは誘電体薄膜も含む)2、3上に、GGG基板5と薄膜YIGでなる素子4を接着し、薄膜形成法によりヨーク1、励磁コイル6、絶縁膜7、保護膜8等を形成して磁気共振装置を形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁性基板と、該磁性基板上に配設された薄膜磁気共振子と、前記磁性基板を介して前記薄膜磁気共振子に磁界を与える磁気ヨークと、該磁気ヨークを励起するための励磁コイルを含む磁気共振装置において、前記磁気ヨークが磁性薄膜で形成され、前記励磁コイルが金属薄膜で形成されていることを特徴とする磁気共振装置。

【請求項2】 非磁性基板と、該非磁性基板上に配設された薄膜磁気共振子と、該薄膜磁気共振子に磁界を与える磁気ヨークと、該磁気ヨークを励起するための励磁コイルを含む磁気共振装置であって、前記励磁コイルが金属薄膜で形成され、前記磁気ヨークが磁性薄膜から成り前記薄膜磁気共振子の面内方向に磁界を与えるように形成されていることを特徴とする磁気共振装置。

【請求項3】 請求項1又は2記載の磁気共振装置において、前記薄膜磁気共振子が基板とその上に形成されたYIG薄膜で形成されたことを特徴とする磁気共振装置。

【請求項4】 非磁性基板、又は磁性基板上に誘電体薄膜を形成して成る基板上に、金属薄膜励磁コイルを形成すると共に、薄膜磁気共振子を接着し、しかる後に、薄膜ヨークを形成することを特徴とする磁気共振装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、YIG（イットリウム・鉄・ガーネット）を共振体として用いた磁気共振装置及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】図9によって、従来の可変周波数薄膜YIGを共振体として用いた磁気共振装置の1つであるトラッキング・バンドパス・フィルターの1例について説明する。図示のとおり、従来の磁気共振装置にあっては、バイアス磁界印加用のヨークが、I型ヨーク9とE型ヨーク10で構成され、E型ヨーク10の中央突出部とI型ヨーク9の間の磁気ギャップ内に、アルミナ等の誘電体基板3、GGG（ガリウム・ガドリニウム・ガーネット）基板5および薄膜YIG素子4から成る共振体が配設された構造になっている。なお、アルミナ基板3にはストリップラインが形成されているが簡略化のため図では省略してある。

【0003】共振体の共振周波数を変えるには、励磁コイル6に所要の電流を流してYIG素子4に与えられる外部磁界を変えることによって行われる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】このような構造の磁気共振装置においては、誘電体基板3、薄膜YIG素子4

およびGGG基板から成るYIGチップをヨーク9とヨーク10の間の空隙部に挿入する構造になっているために、その空隙長を短くすることができなかった。そのため、余分な空隙により損失する分も含めた大きな磁界を作る必要があった。

【0005】従って、従来の磁気共振装置にあっては、ヨーク材の限定磁界発生用電力の増大や、ヨークの大型化等の問題があった。

【0006】本発明は、かかる点に鑑み、この磁気共振装置を小型化、低消費電力化することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明磁気共振装置は、例えば図1に示す如く、磁性基板2と、この磁性基板2上に配設された磁気共振子4と、この磁性基板2を介してこの磁気共振子4に磁界を与える磁気ヨーク1と、この磁気ヨーク1を励起するための励磁コイル6を含み、この磁気ヨーク1が磁性薄膜で形成され、この励磁コイル6が金属薄膜で形成される。

【0008】また本発明の磁気共振装置は上述において例えば図7、図8に示す如く、この磁気ヨーク1が薄膜磁気共振子4の面内方向に磁界を与えるように形成される。

【0009】本発明の磁気共振装置の製造方法は例えば図3、図4に示す如く非磁性基板、又は磁性基板上に誘電体薄膜を形成して成る基板上に金属薄膜励磁コイル6を形成すると共に薄膜磁気共振子4を接着した後に薄膜形成技術によって薄膜ヨーク1が形成される。

## 【0010】

【作用】本発明によれば、基板を除いて他の構成要素を全て薄膜で形成しているので装置の小型化がはかれる。特に磁気ヨークを薄膜で作成したことにより、ヨークの体積を大巾に削減することができる。又、磁気ヨークの空隙を必要最小限（YIG素子の厚み）まで狭くできるため、磁界の発生効率が向上し、磁界発生のための消費電力を大巾に低減することができる。又、本発明によれば、基板の上に薄膜形成技術によって作成できるので、従来の半導体素子の製造技術や設備を使うことができるので、新たな設備投資を必要としない。本発明の磁気共振装置の製造方法によれば、基板以外は薄膜形成技術によって作成されるので、組み立て、調整の工程が省略できるので低コスト化、大量生産が可能である。

## 【0011】

【実施例】本発明の1実施例について、図3、図4の製造工程とともに説明する。

【0012】まず、図3のAに示す如く、下部磁気ヨークの働きをする磁性基板2を用意する。この磁性基板の材料は例えばフェライトが用いられる。

【0013】次に同図Bに示す如く、磁性基板2上に、アルミナ、TiO<sub>2</sub>、SiO<sub>2</sub>等の誘電体薄膜3を、スパッタリング、蒸着、CVD、ECR（エレクトロン・

サイクロトロン・レゾナンス)、イオンビームスパッタ等の蒸着法を用いて、作成する。この誘電体薄膜3の膜厚は、およそ1000 $\mu$ m以下で、必要とするデバイス特性に応じ、又、その薄膜の誘電率を考慮して決定される。この薄膜3は、磁性体基板2とその上に形成される励磁コイルとの絶縁も兼ねる。

【0014】次に同図Cに示す如く、誘電体薄膜3の上に励磁コイルとなるCu、Al等の導体膜を作成する。この時の材質は、必要に応じてTi/Cu/Ti、Cr/Al/Cr等の様に他の金属と組み合わせて、多層構造としても良い。この時の膜厚はおよそ1~50 $\mu$ m程度である。

【0015】次に同図Dに示す如く、フォトリソグラフィ技術を用いて励磁用コイルのパターンを形成し、イオンビームエッチング、R. I. E (リアクティブ・イオン・エッチング)、湿式エッチング等により、励磁コイル6を作成する。ヨークの材料は、Fe-Ni、Fe-Al-Si、Fe-Ga-Si-Ru等のFe系磁性体、Co-Ta-Nb、Co-Zr-Nb等のCo系の磁性体から成る。もちろん、フェライト等の酸化物磁性体でもさしつかえない。図では、簡単のため、一層コイルとしたが、上に重ねて多層コイルとして巻数を増やすことも可能である。

【0016】次に同図Eに示す如く、上記Dで作成された基板の上に薄膜YIG素子4をガラス等の無機、もしくは、樹脂等の有機接着材で接着する。ここで、薄膜YIG素子4は、GGG基板5上にLP (リキッドフェイズエピタキシャル) 法や蒸着等により作成された薄膜YIGで成り、所定の寸法に加工されたものが用いられる。

【0017】次に図4のFに示す如く、絶縁膜7を作成する。この絶縁膜7は励磁コイルと上部ヨークとの間の絶縁をするためのものであって、SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>等の酸化物絶縁膜をスパッタリング、蒸着等の蒸着法で作成しても良いし、絶縁用のレジスト等を塗布してもよい。

【0018】次に同図Gに示す如く、上部ヨークと、下部ヨークである磁性基板2と薄膜YIG素子4を接続するためのコンタクトホールを作成する。このコンタクトホールはフォトリソグラフィ技術を用いてパターンニングした後、イオンビームエッチング、R. I. E、湿式エッチング等で作成される。この際、薄膜YIG素子4の上面に薄い絶縁膜を残す。

【0019】次に上部ヨークを作成する。作成の仕方は、まずヨークとなる材料、例えばセンダストFeAlSiをスパッタリング、蒸着等の蒸着法で基板全面に膜状に作成する。膜厚は数10 $\mu$ m程度である。次いで余分な部分をフォトリソグラフィ技術を用いてパターンニングした後、イオンビームエッチング、R. I. E、湿式エッチング等で除去することにより、図3のHに示す如

く形成する。

【0020】最後に、耐環境性向上のために、SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>等の高硬度、高耐湿、高信頼性の酸化物保護薄膜8を形成して、前記図1に示すような磁気共振器ができあがる。

【0021】図1においては、誘電体薄膜3の上、又は、誘電体薄膜3と磁性基板2の間、又は誘電体薄膜3に挟まれた状態でストリップラインが形成されるが、図が複雑になるため省略してある。

10 【0022】図2は、上記1実施例の磁気共振装置の磁界発生部の概念図である。図示の如く、磁界発生部は、下部ヨークを構成する磁性基板2と上部ヨークを構成する薄膜ヨーク1と、励磁コイル6で構成される。上記図3、図4による本発明の1実施例の磁気共振装置の製造方法の説明では、磁気共振装置1個(1チップ)について説明したが、実際には、図5に示す如く、1つの基板上に多数のチップが形成される。基板の大きさは、直径2~10インチ程度であるが、それ以上大きくてもさしつかえない。又、形は円形にかぎらず矩形であっても問題はない。基板は大きい程、1チップ当りのコストを低減できる可能性がある。こうして作られた多数のチップは図5に点線で示すように、所定の寸法にカットされる。なお、本発明による薄膜を用いた磁気共振装置の製造方法は上記の例に限ることなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で多数の手法が考えられる。

30 【0023】次に、図6、図7及び図8によって、本発明の他の実施例の説明をする。図6は、本実施例の磁気共振装置の概念図である。図示の如く、本実施例では、薄膜ヨーク1が略リング状に形成され、その磁路内の磁気ギャップに薄膜YIG素子が配設され、薄膜YIG素子に面内方向バイアス磁界が印加されるようになっている。ヨーク1には励磁コイル6が巻かれている。

【0024】本実施例の磁気共振装置の構造を図7及び図8を参照して詳細に説明する。図7は図6のX-X'線に添った断面図であり、図8は図6のY-Y'線に添った断面図である。図示の如く、この実施例によれば、ガラスやセラミック等の非磁性基板2の上に、GGG基板上に形成された薄膜YIG素子のチップを接着し、その表面を誘電体薄膜3で覆い、図8に示すように、YIG素子の側面方向から磁界が印加されるような腕部と、図7に示すように、励磁コイル6が巻かれた部分を有する薄膜ヨーク1が形成されている。薄膜誘電体3、励磁コイル6、薄膜ヨーク1は絶縁膜7で覆われ、さらに全体が保護膜8で覆われている。なお、誘電体膜上、又は誘電体に挟まれた状態、又は誘電体とYIG素子の間、又はGGG基板と基板2の間にストリップラインが形成されるが図では、簡略化のため省略されている。この構成によれば、磁界印加用ヨークが1つの薄膜ヨークで構成されており、従ってコンタクト部が少なくなるので磁界発生部の効率が向上する。

【0025】また、薄膜YIGの面内に磁界を印加する方式になっているために、薄膜YIG内の反磁界がほとんど0となり、従って、印加磁界を大巾に低減することが可能である。これにより、磁界印加用の消費電力の大巾な低減がはかれ、励磁コイルの巻き数の削減による工数の低減、チップを更に小型化できる等の多くの効果がある。以上、本発明の磁気共振装置及びその製造方法について実施例の説明をしてきたが、本発明はこれらの実施例に例示した構成や、薄膜の作成法に限定されことなく、他に種々考えられる。本発明の最大の特徴は、基

【0026】

【発明の効果】本発明の磁気共振装置は基板を除く全ての構成要素を薄膜で作成しているので、磁気ヨークの空隙を必要最小限（YIG素子の厚み）まで狭くできるから、磁界の発生効率が向上し、従って、磁界発生のための消費電力を大巾に低減することができる。

【0027】特に、ヨークを薄膜で作成することによりヨークの体積を大巾に削減することができる。薄膜作成に際しては、従来の半導体素子の製造技術や設備を流用することができるので本発明の実施にあたり、新たな設備投資を必要としない。

【0028】上述のように半導体の製造方法を使用できることに加えて、薄膜形成法で全体を1つに構成できるので組み立てや調整の工程が省略できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による磁気共振装置の1実施例を示す断面図である。

【図2】本発明磁気共振装置の1実施例の磁界発生部の概念図である。

【図3】本発明磁気共振装置の1実施例の製造工程を示す図である。

【図4】本発明磁気共振装置の1実施例の製造工程を示す図である。

【図5】本発明磁気共振装置の1実施例の製造工程を示す図である。

【図6】本発明磁気共振装置の他の実施例の磁界発生部の概念図である。

【図7】本発明磁気共振装置の他の実施例の断面図である。

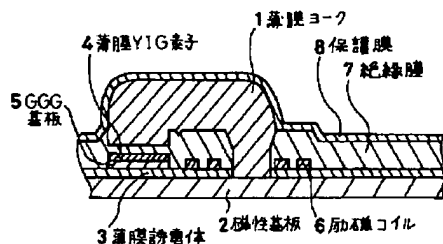
【図8】本発明磁気共振装置の他の実施例の断面図である。

【図9】従来の磁気共振装置の断面図である。

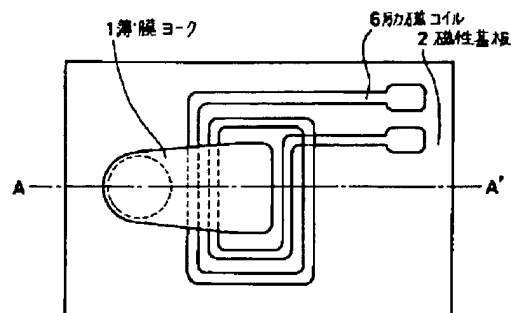
【符号の説明】

- 1 薄膜ヨーク
- 2 基板
- 3 薄膜誘電体
- 4 薄膜YIG素子
- 5 GGG基板
- 6 励磁コイル
- 7 絶縁膜
- 8 保護膜
- 9 E型ヨーク
- 10 I型ヨーク

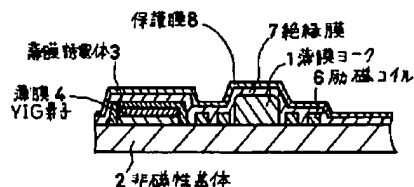
【図1】



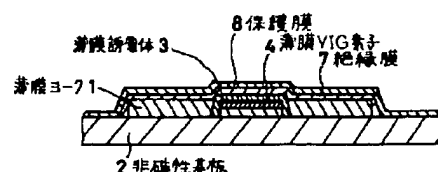
【図2】



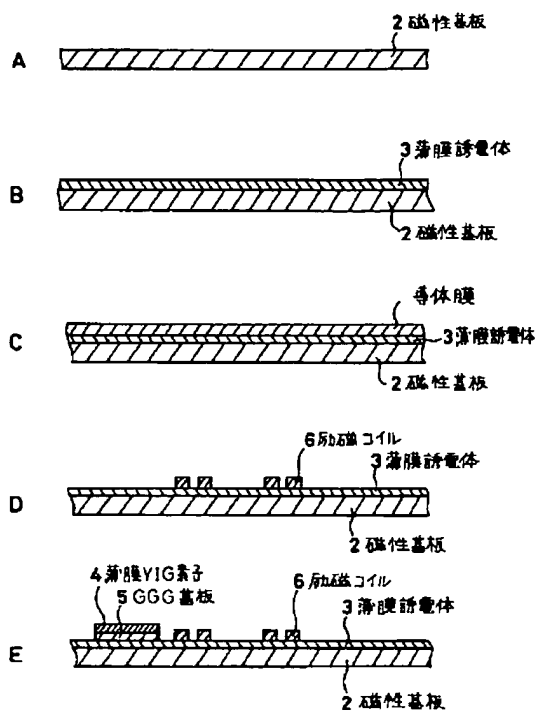
【図7】



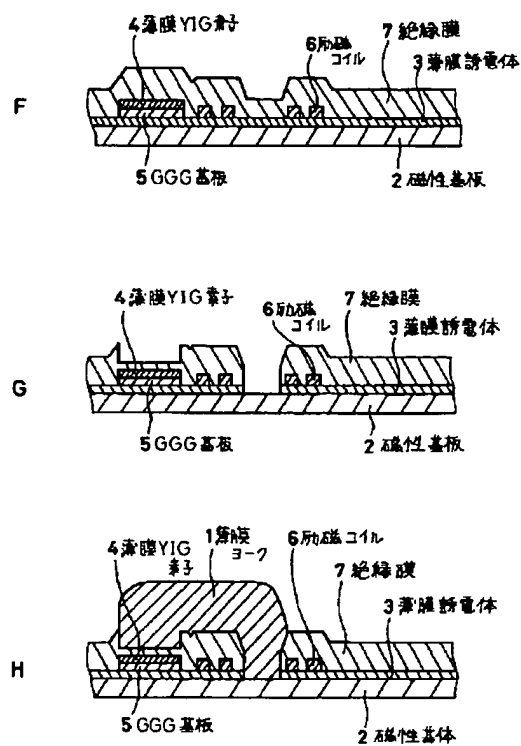
【図8】



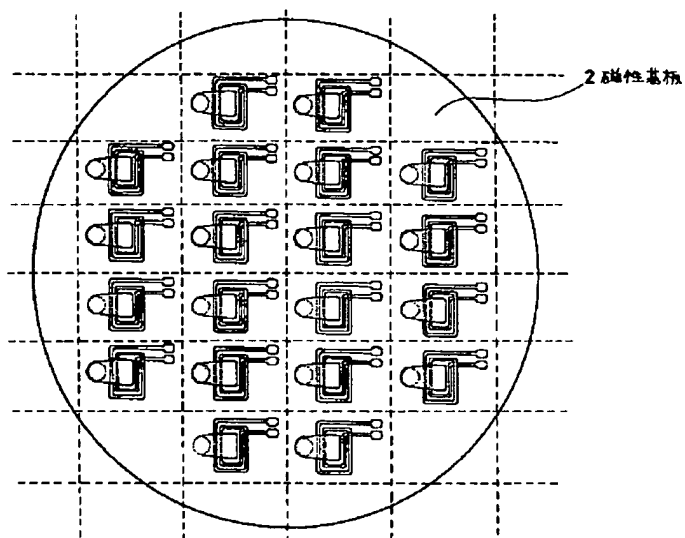
【図3】



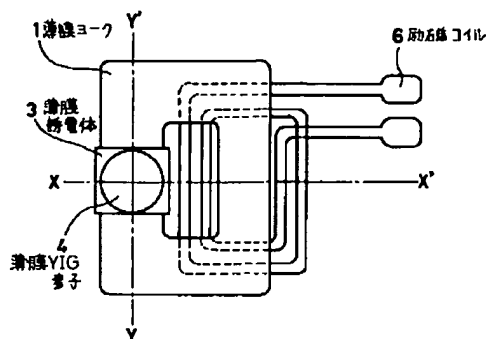
【図4】



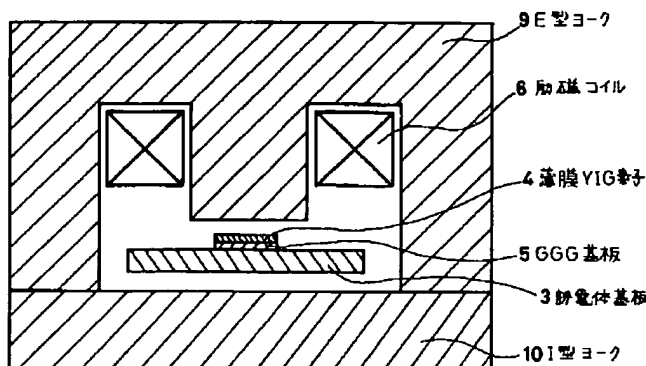
【図5】



【图6】



【图9】



【手續補正書】

【提出日】平成5年4月9日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気共振装置及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項１】 磁性基板と、該磁性基板上に配設された薄膜磁気共振子と、前記磁性基板を介して前記薄膜磁気共振子に磁界を与える磁気ヨークと、該磁気ヨークを励起するための励磁コイルを含む磁気共振装置において、前記磁気ヨークが磁性薄膜で形成され、前記励磁コイルが金属薄膜で形成されていることを特徴とする磁気共振装置。

【請求項２】 非磁性基板と、該非磁性基板上に配設された薄膜磁気共振子と、該薄膜磁気共振子に磁界を与える磁気ヨークと、該磁気ヨークを励起するための励磁コイルを含む磁気共振装置であって、  
前記励磁コイルが金属薄膜で形成され、  
前記磁気ヨークが磁性薄膜から成り前記薄膜磁気共振子の面内方向に磁界を与えるように形成されていることを特徴とする磁気共振装置。

【請求項3】 請求項1又は2記載の磁気共振装置において、前記薄膜磁気共振子が基板とその上に形成されたYIG薄膜で形成されたことを特徴とする磁気共振装置。

【請求項4】 非磁性基板、又は磁性基板上に誘電体薄膜を形成して成る基板上に、  
金属薄膜励磁コイルを形成すると共に、薄膜磁気共振子を接着し、  
しかる後に、薄膜ヨークを形成することを特徴とする磁

### 気共振装置の製造方法

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ＹＩＧ（イットリウム・鉄・ガーネット）を共振体として用いた磁気共振装置及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】図9によって、従来の可変周波数薄膜YIGを共振体として用いた磁気共振装置の1つであるトラッキング・バンドパス・フィルターの1例について説明する。図示のとおり、従来の磁気共振装置にあっては、バイアス磁界印加用のヨークが、I型ヨーク10とE型ヨーク9で構成され、E型ヨーク9の中央突出部とI型ヨーク10の間の磁気ギャップ内に、アルミナ等の誘電体基板3、GGG（ガリウム・ガドリニウム・ガーネット）基板5および薄膜YIG素子4から成る共振体が配設された構造になっている。なお、アルミナ基板3にはストリップラインが形成されているが簡略化のため図では省略してある。

【0003】共振体の共振周波数を変えるには、励磁コイル6に所要の電流を流してYIG素子4に与えられる外部磁界を変えることによって行われる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】このような構造の磁気共振装置においては、誘電体基板3、薄膜YIG素子4およびGGG基板5から成る薄膜磁気共振子をヨーク9とヨーク10の間の空隙部に挿入する構造になっているために、その空隙長を短くすることができなかった。そのため、余分な空隙により損失する分も含めた大きな磁界を作る必要があった。

【0005】従って、従来の磁気共振装置にあっては、ヨーク材の限定磁界発生用電力の増大や、ヨークの大型化等の問題があった。

【0006】本発明は、かかる点に鑑み、この磁気共振装置を小型化、低消費電力化することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明磁気共振装置は、例えば図1に示す如く、磁性基板2と、この磁性基板2上に配設された薄膜YIG素子4と、この磁性基板2を介してこの薄膜YIG素子4に磁界を与える磁気ヨーク1と、この磁気ヨーク1を励起するための励磁コイル6を含み、この磁気ヨーク1が磁性薄膜で形成され、この励磁コイル6が金属薄膜で形成される。

【0008】また本発明の磁気共振装置は上述において例えば図7、図8に示す如く、この磁気ヨーク1が薄膜YIG素子4の面内方向に磁界を与えるように形成される。

【0009】本発明の磁気共振装置の製造方法は例えば図3、図4に示す如く非磁性基板、又は磁性基板上に誘電体薄膜を形成して成る基板上に金属薄膜励磁コイル6を形成し、薄膜YIG素子4とGGG基板5から成る薄膜磁気共振子を接着した後に薄膜形成技術によって薄膜ヨーク1が形成される。

【0010】

【作用】本発明によれば、基板を除いて他の構成要素を全て薄膜で形成しているので装置の小型化がはかれる。特に磁気ヨークを薄膜で作成したことにより、ヨークの体積を大巾に削減することができる。又、磁気ヨークの空隙を必要最小限（概ね薄膜磁気共振子の厚み程度）まで狭くできるため、磁界の発生効率が向上し、磁界発生のための消費電力を大巾に低減することができる。又、本発明によれば、基板の上に薄膜形成技術によって作成できるので、従来の半導体素子の製造技術や設備を使うことができるので、新たな設備投資を必要としない。本発明の磁気共振装置の製造方法によれば、基板以外は薄膜形成技術によって作成されるので、組み立て、調整の工程が省略できるので低コスト化、大量生産が可能である。

【0011】

【実施例】本発明の1実施例について、図3、図4の製造工程とともに説明する。

【0012】まず、図3のAに示す如く、下部磁気ヨークの働きをする磁性基板2を用意する。この磁性基板の材料は例えばフェライトが用いられる。

【0013】次に同図Bに示す如く、磁性基板2上に、アルミナ、 $TiO_2$ 、 $SiO_2$ 等の誘電体薄膜3を、スパッタリング、蒸着、CVD、ECR（エレクトロン・サイクロトロン・レゾナンス）、イオンビームスパッタ等の蒸着法を用いて、作成する。この誘電体薄膜3の膜厚は、およそ $1000\mu m$ 以下で、必要とするデバイス特性に応じ、又、その薄膜の誘電率を考慮して決定される。この薄膜3は、磁性体基板2とその上に形成される励磁コイルとの絶縁も兼ねる。

【0014】次に同図Cに示す如く、誘電体薄膜3の上に励磁コイルとなるCu、Al等の導体膜を作成する。この時の材質は、必要に応じて $Ti/Cu/Ti$ 、 $Cr/Al/Cr$ 等の様に他の金属と組み合わせて、多層構造としても良い。この時の膜厚はおよそ $1\sim 50\mu$ 程度である。

【0015】次に同図Dに示す如く、フォトリソグラフィ技術を用いて励磁用コイルのパターンを形成し、イオンビームエッチング、R. I. E（リアクティブ・イオン・エッチング）、湿式エッチング等により、励磁コイル6を作成する。図では、簡単のため、一層コイルとしたが、上に重ねて多層コイルとして巻数を増やすことも可能である。

【0016】次に同図Eに示す如く、上記Dで作成された基板の上に薄膜YIG素子4とGGG基板5で成る薄膜磁気共振子をガラス等の無機、もしくは、樹脂等の有機接着材で接着する。ここで、薄膜YIG素子4は、GGG基板5上にLP（リキッドフェイズエピタキシャル）法や蒸着等により作成された薄膜YIGで成り、所定の寸法に加工されたものが用いられる。

【0017】次に図4のFに示す如く、絶縁膜7を作成する。この絶縁膜7は励磁コイルと上部ヨークとの間の絶縁をするためのものであって、 $SiO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $TiO_2$ 等の酸化物絶縁膜をスパッタリング、蒸着等の蒸着法で作成しても良いし、絶縁用のレジスト等を塗布してもよい。

【0018】次に同図Gに示す如く、薄膜磁気共振子（薄膜YIG素子4とGGG基板5で成る）を間に挟み、上部ヨークと、下部ヨークである磁性基板2を磁気的に接続するためのコンタクトホールを作成する。このコンタクトホールはフォトリソグラフィ技術を用いてパターニングした後、イオンビームエッチング、R. I. E、湿式エッチング等で作成される。この際、薄膜YIG素子4の上面に薄い絶縁膜を残す。

【0019】次に上部ヨークを作成する。作成の仕方は、まずヨークとなる材料、例えばセンダスト $FeAlSi$ をスパッタリング、蒸着等の蒸着法で基板全面に膜状に作成する。膜厚は数 $10\mu$ 程度である。次いで余分な部分をフォトリソグラフィ技術を用いてパターニングした後、イオンビームエッチング、R. I. E、湿式エッチング等で除去することにより、図3のHに示す如く形成する。ヨークの材料は、 $Fe-Ni$ 、 $Fe-Al$ 、 $Fe-Ga-Si-Ru$ 等のFe系磁性体、 $Co-Ta-Ni$ 、 $Co-Zr-Nb$ 等のCo系の磁性体から成る。もちろん、フェライト等の酸化物磁性体でもさしつかえない。

【0020】最後に、耐環境性向上のために、 $SiO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $TiO_2$ 等の高硬度、高耐湿、高信頼性の酸化物保護薄膜8を形成して、前記図1に示すような磁気共振器ができあがる。



【0021】図1においては、誘電体薄膜3の上、又は、誘電体薄膜3と磁性基板2の間、又は誘電体薄膜3に挟まれた状態でストリップラインが形成されるが、図が複雑になるため省略してある。

【0022】図2は、上記1実施例の磁気共振装置の概略を示す平面図である。図示の如く、本実施例の磁気共振装置は、下部ヨークを構成する磁性基板2と上部ヨークを構成する薄膜ヨーク1と、励磁コイル6を備えている。上記図3、図4による本発明の1実施例の磁気共振装置の製造方法の説明では、磁気共振装置1個（1チップ）について説明したが、実際には、図5に示す如く、1つの基板上に多数のチップが形成される。基板の大きさは、直径2〜10インチ程度であるが、それ以上大きくてもさしつかえない。又、形は円形にかぎらず矩形であっても問題はない。基板は大きい程、1チップ当りのコストを低減できる可能性がある。こうして作られた多数のチップは図5に点線で示すように、所定の寸法にカットされる。なお、本発明による薄膜を用いた磁気共振装置の製造方法は上記の例に限ることなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で多数の手法が考えられる。

【0023】次に、図6、図7及び図8によって、本発明の他の実施例の説明をする。図6は、本実施例の磁気共振装置の概略を示す平面図である。図示の如く、本実施例では、薄膜ヨーク1が略リング状に形成され、その磁路内の磁気ギャップに薄膜YIG素子が配設され、薄膜YIG素子に面内方向バイアス磁界が印加されるようになっている。ヨーク1には励磁コイル6が巻かれている。

【0024】本実施例の磁気共振装置の構造を図7及び図8を参照して詳細に説明する。図7は図6のX-X'線に添った断面図であり、図8は図6のY-Y'線に添った断面図である。図示の如く、この実施例によれば、ガラスやセラミック等の非磁性基板2の上に、GGG基板5とその上に形成された薄膜YIG素子4から成る薄膜磁気共振子を接着し、その表面を誘電体薄膜3で覆い、図8に示すように、YIG素子の側面方向から磁界が印加されるような腕部と、図7に示すように、励磁コイル6が巻かれた部分を有する薄膜ヨーク1が形成されている。薄膜誘電体3、励磁コイル6、薄膜ヨーク1は絶縁膜7で覆われ、さらに全体が保護膜8で覆われている。なお、誘電体膜上、又は誘電体に挟まれた状態、又は誘電体とYIG素子の間、又はGGG基板と基板2の間にストリップラインが形成されるが図では、簡略化のため省略されている。この構成によれば、磁界印加用ヨークが1つの薄膜ヨークで構成されており、従ってコンタクト部が少なくなるので磁界発生効率向上する。

【0025】また、薄膜YIGの面内に磁界を印加する方式になっているために、薄膜YIG内の反磁界がほとんど0となり、従って、印加磁界を大巾に低減することが可能である。これにより、磁界印加用の消費電力の大

巾な低減がはかれ、励磁コイルの巻き数の削減による工数の低減、チップを更に小型化できる等の多くの効果がある。以上、本発明の磁気共振装置及びその製造方法について実施例の説明をしてきたが、本発明はこれらの実施例に例示した構成や、薄膜の作成法に限定されことなく、他に種々考えられる。本発明の最大の特徴は、基板以外に研削、研磨、成形、プレス等により作成される所謂バルク材を用いないことにある。

#### 【0026】

【発明の効果】本発明の磁気共振装置は基板を除く全ての構成要素を薄膜で作成しているので、磁気ヨークの空隙を必要最小限（概ね薄膜磁気共振子の厚さ程度）まで狭くできるから、磁界の発生効率が向上し、従って、磁界発生のための消費電力を大巾に低減することができる。

【0027】特に、ヨークを薄膜で作成することによりヨークの体積を大巾に削減することができる。薄膜作成に際しては、従来の半導体素子の製造技術や設備を流用することができるので本発明の実施にあたり、新たな設備投資を必要としない。

【0028】上述のように半導体の製造方法を使用できることに加えて、薄膜形成法で全体を1つに構成できるので組み立てや調整の工程が省略できるという効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による磁気共振装置の1実施例を示す（図2A-A'に沿った）断面図である。

【図2】本発明磁気共振装置の1実施例の概略平面図である。

【図3】本発明磁気共振装置の1実施例の製造工程を示す図である。

【図4】本発明磁気共振装置の1実施例の製造工程を示す図である。

【図5】本発明磁気共振装置の1実施例の製造工程を示す図である。

【図6】本発明磁気共振装置の他の実施例の概略平面図である。

【図7】本発明磁気共振装置の他の実施例の断面図である。

【図8】本発明磁気共振装置の他の実施例の断面図である。

【図9】従来の磁気共振装置の断面図である。

#### 【符号の説明】

- 1 薄膜ヨーク
- 2 基板
- 3 薄膜誘電体
- 4 薄膜YIG素子
- 5 GGG基板
- 6 励磁コイル
- 7 絶縁膜
- 8 保護膜

9 E型ヨーク

10 I型ヨーク